

物探组合方法在找矿中的应用

金旺林¹, 杨庆华², 殷亚飞³

(1. 河南省有色金属地质矿产局第一地质大队, 河南 郑州 450016;

2. 河南省地质调查院, 河南 郑州 450016;

3. 河南省有色金属地质矿产局第五地质大队, 河南 郑州 450016)

摘要: 随着新一轮地质找矿的进行, 地表易识别矿越来越少, 找矿难度不断增大, 寻找隐伏矿床成为地质工作所面临的紧迫课题, 充分发挥地球物理方法在地质找矿中的作用将显得越来越重要。激发极化法是一种极其有效的勘查手段, 能快速圈定异常, 确定找矿靶区, 而 EH-4 是一种快速的电阻率测深方法, 能完成剖面 and 测深双重功能, 可以精确地探测矿体的三维形态、规模、产状变化和细部结构。激电和 EH-4 两者结合应用能充分发挥两者的优点, 达到更好的找矿效果。

关键词: 激电; EH-4; 隐伏矿床; 电阻率

中图分类号: P631.3

文献标识码: A

收稿日期: 2014—01—08

The Application of Comprehensive Geophysical Method to Metal Mine Prospecting

Jin Wanglin¹, Yang Qinghua², Yin Yafei³

(1. Team 1, Henan Provincial Bureau of Non-ferrous Metal Geological and Mineral Resources, Zhengzhou, Henan 450016, China;

2. Henan Institute of Geological Survey, Zhengzhou, Henan 450016, China;

3. Team 5, Henan Provincial Bureau of Non-ferrous Metal Geological and Mineral Resources, Zhengzhou, Henan 450016, China)

Abstract: Along with the gradual exploration of geological mine work, mine on the surface which is easy to identify is fewer and fewer, so it is difficult to prospect the mine. The search of potential mine is an urgent task, therefore, geophysical method plays an important role in prospecting mine. IP is a very effective exploration method, which can quickly locate abnormality and determine the target area, while EH-4 is a quick resistivity sounding method, which can survey the profile and depth. What's more, it can accurately detect the three-dimensional shape, scale, occurrence change and structural details. The combination of IP and EH-4 can give full play to their advantages and achieve better prospecting effect.

Key words: IP; EH-4; concealed deposit; resistivity

1 引言

Straagem EH4—electrical conductivity imaging(简称 EH-4)技术就是近年来兴起的一种快速有效的高分辨地球物理探测技术, EH-4 连续电导率成像仪,通过接收地下不同频率的电磁波(利用天然电磁场和人工电磁场),测试出地层的视电阻率,通过电阻率来勘探,这样可以克服常规直流电法电流不能够向地下供电的缺点,可以有效地穿透不同厚度的覆盖层(如风成黄土、残坡积物等),高精度反演地下 0~1000m 的地质体的电性结构,通过地质解释,开展找矿工作。EH-4 技术对地形要求不很严,适合各种地形,体积小,重量轻,小的工作场地就能够开展工作,工作效率高^[1~4]。

激发极化法是一种以低阻高极化为特征的有效的找矿方法,在过去的近半个世纪里,为我国的找矿事业做出了巨大的贡献,不仅找到了大量的铜、铅、锌、钼等各类有色金属矿床,而且在寻找贵金属、黑色金属、稀有金属等矿床方面,也发挥了重要作用。通过大比例尺的中间梯度面积性测量,可圈定激电异常的分布范围及形态特征,了解极化体的埋藏深度和空间赋存状态,在指导找矿中发挥重要作用^[5,6]。

2 方法原理

2.1 EH-4 工作原理

根据电磁学理论可知:地层中的视电阻率由公式(1)求取:

$$\rho_a(f) = \frac{1}{5f} \left| \frac{E_x}{H_y} \right|^2 \quad (1)$$

而勘察趋肤深度可由公式(2)给出:

$$\delta = 503 \sqrt{\frac{\rho}{f}} \quad (2)$$

式中, ρ 为地层的视电阻率($\Omega \cdot m$), f 为电磁频率(Hz), E_x 为电场分量($mV \cdot km^{-1}$), H_y 为磁场分量(nT), δ 为勘探趋肤深度(m)。

EH-4 勘察基本原理就是基于以上基本理论的基础上,通过采集天然电磁场和人工建立的可控电磁场系统,在一定距离的远场区观测 E_x 、 H_y 或 E_y 、 H_x 的变化,绘制测区内视电阻率等值线图,根据测区内视电阻率的变化情况,以达到勘察

地下目的体的一种勘察方法^[7]。

2.2 激发极化法工作原理

激发极化法^[1]是以不同岩、矿石激电效应的差异为物质基础,通过观测和研究大地激电效应,来探查地下地质情况的一种分支电法^[8]。在自然界中,致密的块状的金属矿及浸染状硫化矿床或矿化带中所含的金属矿物颗粒均是导电的,称为电子导体。在电子导体周围的岩石空隙中常含有不同离子的溶液,在无人工建立的外电场作用的自然状态下,在电子导体周围溶液的分界面上,会自然地形成一个双电层,电子导体本身带负电荷,围岩一侧带正电荷^[9]。用人工方法在地下建立稳定电流场,称为一次场或激发场。当电流流过电子导体—溶液系统时(称为“激发”),电子导体内部的电荷将重新分布,形成一个不均匀的双电层,即电子导体被极化,电流流入端电子异体堆积较多的电子,称为“阴极”,而在电流流出的一端电子导体相对堆积了较多的正电荷,称为“阳极”;在围岩一侧堆积一与阴阳极相反的电荷。当切断外电流后,堆积在界面两侧的异性电荷将通过界而本身、电子异体内部和周围岩石进行放电,在电子导体周围空间形成二次电流^[10]。实际上,在供电后不久,矿体或金属颗粒与溶液分界面上就开始形成双电层,同时进行放电。二次电流在地面处的 M 、 N 测量电极间产生电场和电位差,分别叫二次场和二次电位差(ΔU_2)。二次场或二次电位差随时间而衰减,经过几分钟后则衰减殆尽,恢复正常。一次电流(供电电流)在 M 、 N 间产生的电位差称为一次电位差(ΔU_1)。二次电位差 ΔU_2 和一次电位差 ΔU_1 之比值称为极化率。当地下为均匀介质时称为真极化率 η ,当地下为不均匀介质时,极化率是地下各种介质的综合反映,称为视极化率(η_s)。由于 ΔU_2 比 ΔU_1 小的多,故用百分比来表示,即:

$$\eta_s = \frac{\Delta U_2}{\Delta U_1} \times 100 \%$$

3 区域地质及地球物理特征

3.1 区域地质背景

本区大地构造位于东秦岭大别山碰撞造山带桐柏——大别山褶皱带,处于大别山北麓,桐柏——商城断裂带以北,松扒——龟山——梅山断裂带以南,属秦岭造山带东段。地质构造比较

复杂,成岩成矿形式多样,矿产资源丰富,尤以钼矿储量大、分布广而闻名^[11]。是我国一条重要的钼等金属成矿带。区域矿产位于东秦岭——大别山成矿带的东段,是豫东南地区的铜、钼矿化集中分布区。主要有钼矿、铜矿、铅锌矿、银矿等^[12]。本区的钼矿化主要与燕山期岩浆活动有关,已发现的矿床主要有母山钼矿、肖畈钼多金属矿等。本次工作范围为母山钼矿床外围,因此,本区是钼矿的成矿有利地段,具备良好找矿前景。

3.2 地球物理特征

矿区岩石、矿石标本的测定结果(表 1)表明,钼矿石与其他岩石在电阻率和极化率上存在显著差异,区内钼矿(化)极化率值偏高;黑云母变粒岩极化率值稍高,呈灰绿色,软泥块状;斜长角闪岩极化率值偏低,呈弱风化状态;细晶岩和石英岩极化率值介于常态。黑云母变粒岩,斜长角闪岩,石英岩,细晶岩电阻率偏高,钼矿石中偏低电阻率,石英斑岩电阻率低。说明在该区进行 EH4 连续电导率测量和激电工作具备充分的地球物理前提。

表 1 岩石标本极化率测量统计
Table 1 Rock specimen IP measurements
statistical table

岩石名称	测定块数	电阻率平均值	极化率平均值
黑云母变粒岩	42	5700	1.89
斜长角闪岩	30	15000	0.67
石英斑岩	27	344	1.87
细晶岩	24	2611	1.37
石英岩	25	2400	1.22
钼矿(化)	10	1200	2.59

4 激电及 EH-4 应用效果分析

利用激电中梯装置圈定含矿异常,发现异常后利用音频大地电磁法对中梯异常进行解剖,以了解矿体产状、埋深及连续性。

首先在全区开展激电扫面工作,得到图 1 视电阻率及极化率等值线平面图,从图上选择低阻高极化区域再开展 EH-4 音频大地电磁测深工作,确定异常的埋深,产状等信息,为地质找矿提供地球物理前提。

结合激电圈定的异常区,布设 EH-4 电阻率测深剖面,确定异常体的产状,埋深等信息,为地质工作提供物探依据。

23 号 EH-4 电阻率测深剖面是在 23 号线激电剖面基础上进行的,根据 EH-4 实测剖面,在地表下约 50~230m 深度范围内发现一串珠状高阻体,南部埋深稍大,向北埋深渐浅,高阻体地面投影位置基本对应激电中梯剖面高极化、高电阻区,推测其为花岗斑岩引起。其间 110 号~120 号点存在一倾角约 80°的低阻体,对应激电剖面为低极化区,推测其为透水的地质构造。

图 2 中 23 线 EH-4 电阻率测深剖面表明:在测线 106 号点~114 号点范围内发现一近直立板状高阻体,倾角约 80°,电阻率在 3000Ω·m 以上,高阻体地面投影位置基本对应地质剖面上的石英斑岩体位置,推测其为花岗斑岩引起。在测线 135 号点~139 号点范围内发现一高阻体,高阻体地面投影位置基本与黑洼化探 Pb 异常基本对应。在测线 128 号点~132 号点范围内有一低阻

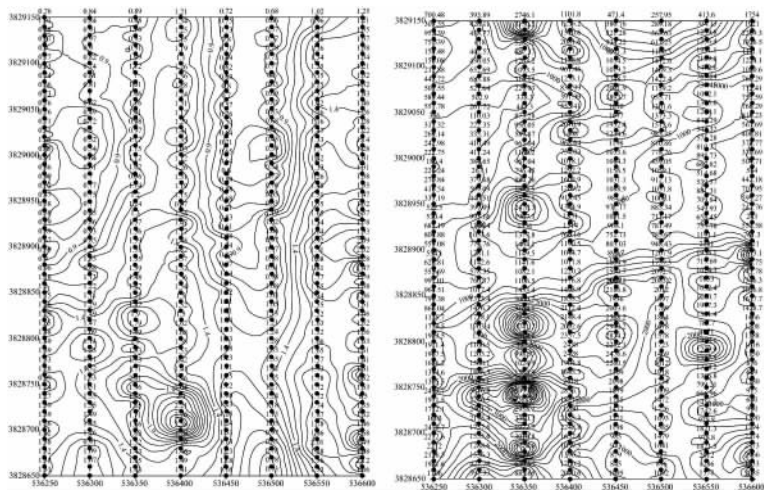


图 1 某区激电视电阻率极化率等值线平面
Fig. 1 The IP of one district isoclines resistivity chargeability floor plan

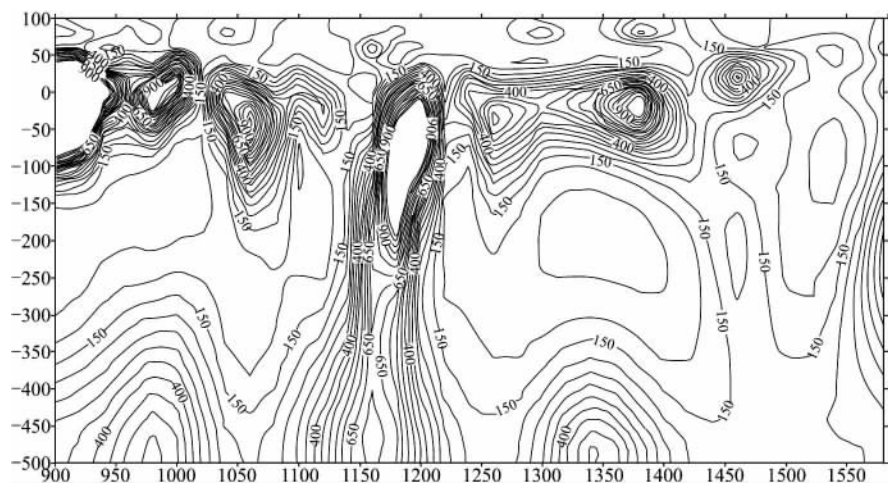


图2 23线EH-4电阻率测深断面

Fig. 2 23 the resistivity sounding profile of Line EH-4

带,推测为两岩体的接触带。

结合地质资料分析,经过钻探验证,在41线岩体接触带位置发现有钼矿体,证明激电和EH-4综合勘探方法是合理有效的。

5 结 语

激电极化法和EH-4联合勘探方法在实践中被证明是一种优化的地球物理方法组合,在类似的矿区可以进行推广应用。通过本次勘探得出以下结论:

1)本次物探工作显示,激电极化法在该地区能很好地圈定激发极化体,再配合一定量的EH-4电阻率测深剖面能更加准确的发现矿化体。

2)激电极化法在该地区寻找钼矿体取得了良好的地质效果,能圈定出矿体的大致范围,EH-4对激电极化法进行了很好的补充,两者综合使用,能取得很好的地质找矿效果。

3)实践表明,在隐伏和深部多金属矿勘查中,激电极化法和EH-4的组合方法能取得令人满意的效果,利用激电极化法能快速的圈定异常范围,利用EH-4能准确的了解极化体的埋深及空间赋存状态,进而为指导专题验证提供很好的物探依据。

在目前的多金属勘查中,激电极化法和EH-4组合方法是一种快速有效的物探组合方法,随着新一轮深部找矿工作的深入,激电极化法和EH-4组合方法寻找金属矿更应该大面积的进行推广应用,为我国经济发展和现代化建设做出更大的贡献。

参考文献:

[1] 李金铭,傅良魁.激发极化法方法技术指南[M].北

京:地质出版社,2004.

[2] 傅良魁.电法勘探教程[M].北京:地质出版社,1983.

[3] 苏联B. A. 柯马罗夫.激发极化法电法勘探[M].闫立光等译.北京:地质出版社,1983.

[4] 赵天平.激发极化法在铜多金属矿中的应用实例[J].甘肃地质,2008,17(2):85~88.

[5] 詹少全,沈云发.EH4成像技术在广西某危机矿山外围深部找矿中的应用[J].工程地球物理学报,2009,6(4):470~474.

[6] 张慧,谢玲琳,吴湘滨.大功率激发极化和音频大地电磁联合方法在额尔古纳成矿带寻找隐伏矿的应用研究[J].地质与勘探,2008,44(5):76~80.

[7] 高启凤,孙晓昔,刘明,等.激发极化法与高密度法在老盘道银多金属矿区的应用效果[J].科技情报开发与经济,2007,17(21):253~254.

[8] Hangi R D. Ore microscopy, paragenetic sequence, trace element content and fluid inclusion studies of the copper-lead-zinc deposits of the southeast Missouri lead district. In: Kisvarsanyi, G., Grant, S. K., Pratt, W. P., and Koenig, J. W. (eds.), Proceedings of International Conference on Mississippi Valley-type Lead-Zinc Deposits [M]. Rolla Univ. Missouri-Rolla Press, 1983. 243~256.

[9] 刘爱平,楚福录,郭秀芬,等.激发极化法在冀北某铜钼矿勘查中的应用[J].物探与化探,2008,32(4):363~365.

[10] 曾歌明,张胜业,陈长敬,等.激发极化法在某铅锌矿勘探中的应用[J].工程地球物理学报,2007,4(5):466~469.

[11] 俞忠孝.激发极化法在塞钦铜多金属矿勘查中的应用[J].甘肃冶金,2006,28(4):49~51.

[12] 肖朝阳,黄强太,张绍阶,等.EH4电磁成像系统在金矿勘探中的应用——以黄金洞金矿为例[J].大地构造与成矿学,2011,35(2):242~248.